

análisis de la situación en el área de los nuevos materiales

En el presente artículo se realiza un breve estudio de la situación de los nuevos materiales, analizando, primero, qué bloques componen este campo. Se pasa revista a los metales, a las cerámicas, a los plásticos y a los materiales compuestos, concluyendo con un bloque final de materiales electrónicos y ópticos, especialmente con los segundos, dada su relativa novedad. A continuación se exponen algunos puntos sobre la situación mundial, concluyendo con la situación en nuestro país.

J.A. Martín-Pereda (*)

PRESENTACION DEL NUMERO ESPECIAL SOBRE «NUEVOS MATERIALES EMPLEADOS EN ELECTRONICA E INFORMATICA»

Parece necesario, en el momento en que nos encontramos, detenernos durante un breve espacio de tiempo para intentar bucear en las raíces de muchos de los sistemas, equipos o componentes que utilizamos cada día. Y, con toda seguridad, ese buceo nos llevará a encontrar que la base de casi todos ellos ha sido la adecuada elección de un material. Mucho antes de que una realización práctica haya sido llevada a cabo, es indudable que ha habido muchas jornadas dedicadas al estudio de nuevos materiales y a la profundización en el conocimiento de sus propiedades.

Por todo ello, Mundo Electrónico ha dedicado hoy parte de sus páginas a algunos nuevos materiales que, dentro de muy poco, serán casi de uso habitual. Un primer artículo se centrará en la exposición, breve y resumida, de qué se entiende hoy por nuevos materiales y, a continuación, otros tres ofrecerán una visión más profunda de algunos de ellos. El número se ha centrado en materiales no muy tratados antes en estas páginas, como son los electroópticos y los magnéticos. Quizás en el futuro sigan otros.

ANALYSIS OF THE STATE OF THE ART IN NEW MATERIALS

This paper presents a short study on new materials. The main groups are analysed, with a particular emphasis on metals, ceramics, plastics, and composites. A last and interestingly new group of electronic and optical materials is also presented. Finally, a few aspects of the state of the art in the world and particularly in Spain are discussed.

INTRODUCCION

Antes de que cualquier nueva tecnología haya llegado a hacerse realidad, ha habido siempre una etapa de la que ha dependido su posible éxito o fracaso futuro. Esta etapa no ha sido otra que la de la elección del material o materiales que

iban a constituir la base física de su desarrollo. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, estos materiales eran los que bien por casualidad, bien por el ingenio o por la habilidad, habían ido apareciendo en el camino del hombre. La Edad de la Piedra, o la del Bronce, o la del Hierro son claros ejemplos de cómo un determinado material marcaba toda una civilización. Y al mismo tiempo, de cómo la Naturaleza iba entregando, poco a poco, parte de lo mucho que tenía almacenado. El hombre iba recogiendo, según las épocas, algunos de sus secretos y, según su grado de desarrollo, los transformaba de una manera u otra para adaptarlos a sus necesidades. Así, a lo largo de los siglos, fueron apareciendo aleaciones más o menos resistentes, aceros más dúctiles o cerámicas menos porosas. En todos los casos, existía la satisfacción de una necesidad gracias a un material extraído de la tierra transformado, más o menos, según la tecnología generada hasta entonces.

En nuestros días, las cosas no han variado mucho en concepto. Los materiales siguen siendo la base de nuestro desarrollo y todas las hoy pomposamente denominadas Nuevas Tecnologías requieren, para ser llevadas a cabo, un

(*) Redactor Jefe Asociado para este número especial sobre «Nuevos Materiales empleados en Electrónica e Informática».

soporte material. Pero esto es sólo el concepto. Su raíz y puesta en práctica es, por el contrario, muy diferente. Los materiales de que hoy se dispone y con los que se cuenta, no son ya únicamente fruto de la Naturaleza. El hombre ha introducido su impronta y han pasado a ser ya, en muchos casos, obra personal suya únicamente. De ser simple transformador, ha pasado a ser creador. De ser operario ha pasado a ser artesano. Y por todo ello, una muy diferente forma de aproximación ha penetrado en la casuística del desarrollo de los nuevos materiales. Se ha pasado de «la compra en grandes almacenes», donde el género ya está expuesto desde antes de nuestra llegada, a «la compra en boutiques». Se ha pasado de la elección entre trajes ya confeccionados al diseño a medida de la prenda que necesitamos.

Indirectamente, y como consecuencia de lo anterior, los entornos de investigadores que van a realizar ahora el trabajo han dejado de ser específicos, para convertirse en absolutamente interdisciplinarios. Los físicos necesitan a su lado a los químicos para que analicen los procesos evolutivos de constitución del material cuyas propiedades aquéllos van a determinar. Ambos necesitan a los tecnólogos o a los ingenieros para que les precisen qué características son necesarias en la función a la que se van a incorporar. Expertos en diseño asistido por ordenador, e incluso en marketing, por citar sólo algunos, deberán completar cualquier grupo que se pretende tenga hoy un cierto impacto sobre el sistema.

Obligados por todo ello, las posibilidades de ofrecer una panorámica medianamente completa de qué abarca hoy la ciencia o la tecnología de los nuevos materiales, es imposible. Existe el mismo parecido entre lo que puede ser un material compuesto y un material optoelectrónico, que el que se presenta entre una cucurbitácea y un helecho. Lo más que puede pretenderse hacer, en poco tiempo y por una sola persona, es una especie de taxonomía, mala con toda seguridad, o un planteamiento, a nivel muy general, de cuál es la situación a nivel mundial. Y ambas cosas, muy resumidas y muy someramente, serán el objeto del presente artículo. Afortunadamente, los que le seguirán en este número, ya son monotemáticos y sus autores son especialistas en ellos. Un sentido realista del tema será, en consecuencia, el que desprendan. Este sólo aspira a servir de mensajero de nuevas. Y como las nuevas, en este caso, son buenas, el mensajero tiene la certidumbre de que no le matarán, como ocurría en la antigua tragedia griega.

Una cosa sólo resta para concluir esta introducción. Y es la de justificar, brevemente, el planteamiento que se va a hacer, que no es el que quizás podría esperarse. Se va a hablar de

muchos tipos de materiales, gran parte de los cuales no tienen ninguna relación con la Electrónica, tema central de esta revista. Pero ello ha sido necesario por doble motivo. Uno, primero, de ofrecer una panorámica cuasicompleta de qué se entiende hoy por nuevos materiales. Y un segundo de, gracias a lo anterior, exponer en qué campos la Electrónica habrá de intervenir, o está interviniendo ya, para medir, controlar o determinar las propiedades de los materiales que se están obteniendo. O, al menos, tener una idea aproximada.

Y con esto, esta introducción, que ha ido de la A a la U en el inicio de sus párrafos, puede dejar paso a lo que debe ser realmente el fondo del artículo.

BLOQUES BASICOS

Casi todos los estudios que tratan de los nuevos materiales engloban a éstos en cuatro bloques fundamentales: Aleaciones y Metales, Cerámicos y Materiales Inorgánicos, Polímeros y Materiales Compuestos. Esta clasificación se deriva, básicamente, del tipo de fuerzas de cohesión que existen entre los átomos que los constituyen. Pero a estos cuatro bloques, y más en este caso, parece obligado añadirle un quinto que, aunque pudiera englobarse en el segundo, por su importancia resulta necesario aislarle. Este bloque no es otro que el de los materiales electrónicos y ópticos, y cuya entidad de independencia queda fuera de toda duda (figura 1). Con todos ellos, con los cinco, la industria ha iniciado unos caminos cuya frontera no se intuye aún y, mucho menos, cuál puede ser su fin. Como ya se ha dicho en la introducción, no son ellos los que generan las aplicaciones, sino que son éstas las que los crean.

Podemos pasar así a dar unas ligeras pinceladas de qué contiene cada uno de estos bloques.

METALES Y SUS ALEACIONES

Aunque los metales y muchas de sus aleaciones han constituido la base del desarrollo del hombre, casi desde que fueron descubiertas, su aparición dentro del grupo de los nuevos materiales queda justificada porque los que se están estudiando en nuestros días son muy otros que los empleados ayer. Y no tanto en lo que se refiere a los materiales de partida, que siguen siendo en la mayoría de los casos algunos tan conocidos como el níquel o el aluminio o el titanio, sino en los procesos tenidos para su formación. Así, en el caso de los metales convencionales, esto es, de los cristalinos, la mayor parte de los límites que podían alcanzarse en sus propiedades han sido alcanzados ya. Pero hacia 1960 se encontró que era posible obtener aleaciones metálicas amorfas o vítreas en las que la falta de ordenación de largo alcance en sus átomos, propia de los anteriores metales, daba lugar a una mayor resistencia a la deformación plástica y a la propagación de grietas, así como una mayor resistencia también a la corrosión electroquímica. Estos factores eran esenciales en aplicaciones de alta seguridad, como las existentes en las industrias aeroespacial, militar o del transporte.

Estas nuevas aleaciones debían dichas propiedades a la existencia de microestructuras alejadas de las del equilibrio y eran producidas gracias a técnicas como el enfriamiento desde el estado líquido a muy altas velocidades («splash quenching»), el calentamiento pulsante, la pulverización por bombardeo iónico y la correspondiente deposición en alto

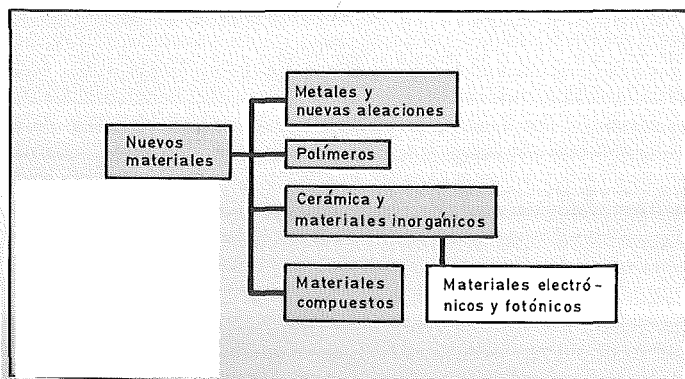


Figura 1. Bloques que componen el grupo de nuevos materiales.

vacío («sputtering»), la implantación iónica y el tratamiento por láser. Una gran parte de estas técnicas fueron desarrolladas en función de las necesidades derivadas de la mejora de los turborreactores, en las que eran necesarias mayores temperaturas de trabajo y mayores esfuerzos. Para ellos se desarrollaron un conjunto de aleaciones que hoy reciben el nombre de superaleaciones, una de las cuales es la basada en el níquel-aluminio, al que se añaden pequeñas cantidades de cromo para mejorar su capacidad frente a la corrosión, o de titanio y tungsteno, para aumentar su dureza, o de boro para evitar la separación de los microgranos. Muchos de los fenómenos que ocurren, y por qué ocurren, son aún desconocidos, pero los resultados son usados independientemente de ello.

En otros casos, en los que el factor peso es fundamental, el elemento base de la aleación pasa a ser el titanio, y aunque las temperaturas que puede soportar no son tan altas como las del níquel, en algunas aplicaciones aquello es esencial. Así, por ejemplo, una docena de submarinos han sido construidos en la Unión Soviética con estas aleaciones en lugar de con acero, siendo capaces de navegar a más de 40 nudos en profundidades cercanas a los 80.000 pies. Todos estos hechos han encarecido de forma notoria las reservas mundiales de titanio.

Queda, finalmente, otra propiedad muy característica de las nuevas superaleaciones: la superplasticidad. Cuando una de ellas la posee, puede experimentar deformaciones de su longitud inicial de hasta diez veces, sin romperse. Esto se consigue cuando los tamaños de los granos que la forman se han hecho del orden de unas cinco micras. Los costes de mecanizado se disminuyen considerablemente, al mismo tiempo que se incrementan las prestaciones.

No es posible adentrarnos en los métodos de lograr todo lo hasta aquí expuesto, pero un cierto mayor detalle puede verse en la bibliografía adjunta.

CERAMICAS

La situación de los materiales cerámicos es, en gran medida, la opuesta de la de los metálicos. Aunque la cerámica ha estado casi siempre presente en la historia del hombre, no puede decirse que haya sido la gran protagonista de sus cambios tecnológicos. Su presencia se ha reducido, por lo general, al terreno de la alfarería y al de la construcción y sólo la aparición de la electricidad les dió una cierta importancia, con su uso como aislantes.

Por el contrario, nuestros días están viendo cómo, por una parte, las cerámicas empiezan a ocupar terrenos que antes eran patrimonio exclusivo de los metales y cómo, por otra, su presencia en muy diversos campos pasa a ser de absoluta importancia.

La razón de lo anterior se ha debido a que una gran parte de los inconvenientes que presentaban los materiales cerámicos han pasado a ser solventados con las nuevas técnicas desarrolladas para su fabricación. Así, de siempre han sido reconocidas sus extraordinarias capacidades para soportar altas temperaturas y los ataques químicos. Pero, por el contrario, era también reconocida su gran fragilidad y su poca resistencia a las tensiones mecánicas. Aunque cargas de compresión eran fácilmente soportadas por cualquier cerámica, no ocurría lo mismo con las de tracción. La causa de estos inconvenientes fue conocida desde muy pronto y no era otra que la propia configuración del material, compuesto por granos de tamaño más o menos reducido e imperfecciones en su microestructura que dan lugar a la

formación de grietas. Estas grietas, distribuidas de forma completamente aleatoria pueden resistir sin problemas a las compresiones pero no así a las cargas de corte o de tracción. La solución, en consecuencia, para mejorar sus propiedades ha de pasar necesariamente por el control de la citada microestructura de las cerámicas.

Los pasos dados hasta el momento han dado lugar a un alto control en la composición, tamaño y distribución de tamaños de los granos de polvo utilizados como material base, así como el desarrollo de nuevos procesos de densificación y compactación. Materiales tales como la B"-Alúmina, SiC, Si₃N₄ y Al₂O₃-Si₃N₄ poseen una muy alta tenacidad y una gran resistencia al choque térmico. Su empleo en campos cada vez más dispares ha comenzado a ser una verdadera carrera contra-reloj. A modo de ejemplo, cerámicas como la alúmina B de sodio, que hasta ahora había sido sólo utilizada como recubrimiento de tanques para el almacenamiento de vidrios fundidos, se ha determinado que poseen una conductividad iónica a 350°C superior a las de las soluciones saturadas de ClNa, lo que les confiere gran importancia en el desarrollo de baterías de alta energía, en células de Na-S y en células de combustión («fuel-cells»).

Finalmente, es necesario destacar una posible futura aplicación que tiene mucho que ver con la microelectrónica del muy próximo mañana. Se trata de la posibilidad de fabricar estructuras laminares fiables conductor/aislante que permitan cablear los «superchips» que se avecinan, con el resto de la circuitería, sin problemas de resistencia e inductancia y sin acumulación de calor. Los candidatos más destacados para ello son, sin duda, las cerámicas, que con toda seguridad aparecerán en los circuitos de VHSL (integración de muy alta velocidad) y de LAI (integración de gran superficie).

POLIMEROS

Igual que en el caso de las cerámicas, gran parte de las aplicaciones que se pretende obtener de los nuevos polímeros son de sustitución en funciones previamente desempeñadas por metales o aleaciones. Tanto en el caso de metales no férreos, moldeados por técnicas convencionales, como en conductores y semiconductores para soporte de circuitos integrados, parece que un cierto número de materiales plásticos pueden ser candidatos óptimos para su cambio. En realidad, uno de los mayores énfasis en el desarrollo de nuevos materiales plásticos se ofrece, más que en la creación de nuevos polímeros, en la mezcla de ellos y en la obtención de polímeros con alta cristalinidad. En el primer caso, la mezcla de un plástico amorfo y frágil con otro polímero, usualmente un elastómero, incrementa notoriamente la tenacidad. Dicha mezcla ha de hacerse, como es obvio, con un control muy fuerte en el proceso de mezclado y en el enfriamiento. En el segundo, en el de los polímeros semicristalinos, aparece una tenacidad que podría denominarse intrínseca, ya que es propia de la estructura. En ambos casos, los avances habidos en su procesamiento pueden permitir la obtención de propiedades globales que dejan ya de estar en estrecha relación con las propiedades moleculares. El atractivo campo de las membranas aparece derivado de ello.

Por lo que respecta al tema de los plásticos conductores queda aún bastante hasta que su uso pueda considerarse habitual. La teoría de la conductividad en polímeros no está muy desarrollada y parece aún pronto para que entren en la vida diaria. En cualquier caso los resultados obtenidos por

ejemplo, en el poli-acetileno dopado con pentafluoruro de arsénico son comparables a los de muchos metales.

Análogamente, otro campo de acción está surgiendo en los últimos años. Se trata del desarrollo de materiales poliméricos cuyas propiedades ópticas sean fuertemente dependientes de la intensidad de luz que los atraviesa. Cambios en la absorción o en el índice de refracción pueden ser los resultados. Su aplicación en biestabilidad óptica es un primer paso.

MATERIALES COMPUESTOS

Como hemos visto hasta aquí, tanto los materiales cerámicos como los plásticos poseían una serie de ventajas conjuntamente con otra de inconvenientes. Parece lógico, en consecuencia, que se intentase hacer una especie de mezcla de ambos para obtener así algo que aunara lo mejor de cada uno de ellos. El resultado ha sido una de las primeras clases de los ahora conocidos como materiales compuestos («composite materials») o híbridos. Uno de los ejemplos más clásicos es el de los plásticos reforzados con fibras de vidrio; en ellos, las fibras adquieren un diámetro muy reducido, a fin de limitar el tamaño de los defectos, que como vimos en el apartado de cerámicas era el causante de las roturas, y el material plástico las protege y las mantiene unidas. Con ello se ha logrado obtener resistencias mecánicas de hasta 150.000 psi, que se corresponden con las de acero de muy alta resistencia. Evidentemente los pesos específicos serán muy diferentes en ambos casos: el del material compuesto es inferior a un cuarto del de cualquier acero.

Igualmente que se habla de propiedades mecánicas, las eléctricas y las ópticas podrán seguir análogos caminos. De la misma manera que hablábamos en las cerámicas y en los plásticos de características equiparables a las de los metales

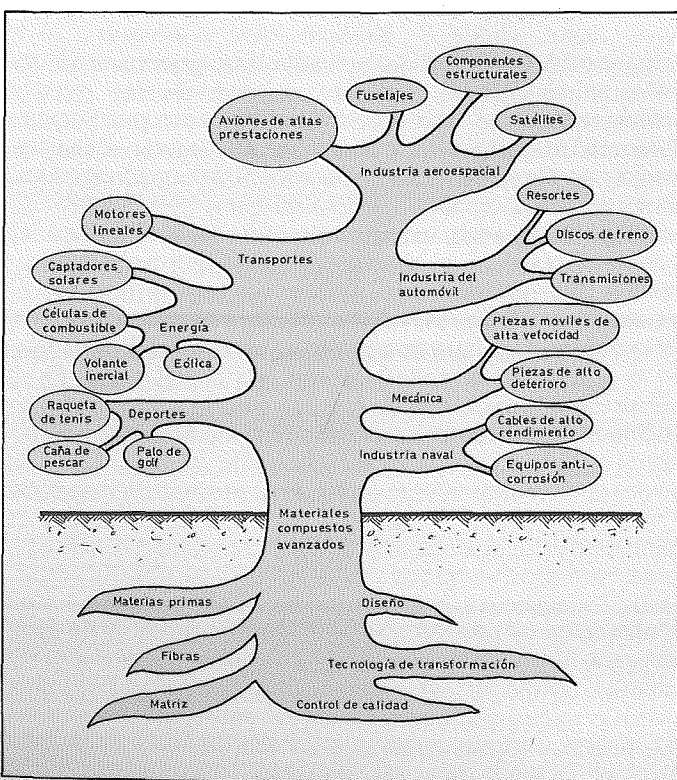


Figura 2. Árbol de los materiales compuestos con algunas de sus aplicaciones más inmediatas.

o de los semiconductores, en sus compuestos podrán obtenerse resultados equivalentes. Aunque, desde luego, el final no está todavía cercano. Su aplicación en sustratos para «superchips» parece, obviamente, esperanzadora.

Una visión general de sus aplicaciones aparece en la figura 2.

MATERIALES ELECTRONICOS Y OPTICOS

No parece procedente detallar aquí cuál es la situación actual y las perspectivas futuras de este bloque de materiales ya que en otros artículos de esta revista el tema ha sido o será

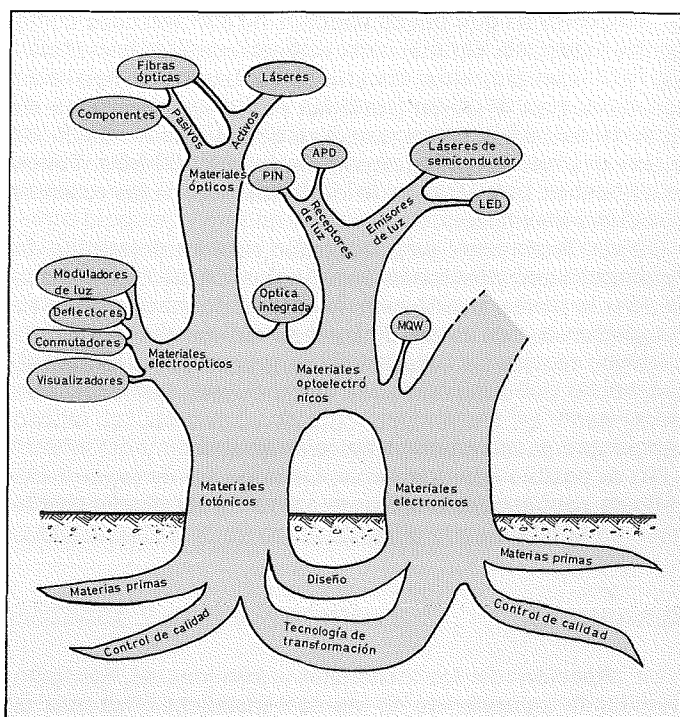


Figura 3. Árboles de los materiales fotónicos y electrónicos, mostrando las ramas en que se dividen los primeros y su injerto con los segundos, así como sus aplicaciones. El árbol de los electrónicos no se ha presentado por ser ampliamente conocido.

tratado en extensión. Sólo es necesario, quizás, indicar algunas precisiones con respecto a la terminología, que a veces ha dado lugar a confusión. En concreto, el conjunto de materiales que tienen que ver con la luz, con los electrones, y en general, con cualquier otra magnitud física, reciben una serie de nombres que, a veces, se usan de forma indiferente, cuando, en realidad se corresponden con cosas muy distintas. Se presenta así un breve glosario que, en una primera aproximación, puede servir de guía.

a) **Materiales electroópticos:** aquellos cuyas propiedades ópticas se modifican ante la presencia de un campo eléctrico. Son empleados para variar ciertas características de una radiación luminosa que pase a su través, de acuerdo con las variaciones de un campo eléctrico al que se somete dicho material.

La extensión de este grupo a materiales magnetoópticos, elastoópticos, etc., es evidente.

b) **Materiales optoelectrónicos:** los que mediante la aplicación de una corriente eléctrica o una diferencia de

potencial son capaces de generar fotones o mediante la incidencia de éstos crear una corriente o una diferencia de potencial.

c) Materiales fotónicos: aquellos en los que la incidencia de un determinado flujo de fotones altera sus propiedades ópticas, siendo capaces con ello de variar las características de otra radiación óptica que los recorra, generar una nueva o alterar sus propias características.

d) Materiales ópticos simples: los que únicamente alteran las características geométricas de una radiación óptica que los cruce.

Ejemplos típicos del grupo *a* son los clásicos moduladores de luz, basados en cristales como el KDP, el ADP, el tantalato de litio, etc. Del *b* son todos los básicos para la fabricación de LED, láseres de semiconductor, fotodetectores, etc. Del tercero, los materiales láser convencionales, como el rubí, el Nd:YAG, etc., o los empleados en biestabilidad óptica intrínseca, por ejemplo; algunos de este grupo, como los MQW, pueden pertenecer también al *b*, dependiendo de su forma de trabajo, o al *a*. En realidad, como la interacción entre la radiación óptica y la materia se hace, por lo general, a través del campo eléctrico de ésta, la mayor parte de los materiales electroópticos son también materiales fotónicos. Finalmente, en el grupo cuarto, el *d*, se engloban todos aquellos que se emplean en la fabricación de componentes ópticos pasivos, como lentes o prismas. Pueden incluirse también las fibras ópticas, cuando la intensidad de la radiación que las atraviesa no es lo suficientemente fuerte como para dar lugar a efectos no lineales; en este caso, se incluirían en el grupo *c*.

Evidentemente, estas definiciones son un tanto precipitadas y deben admitir modificaciones que las hagan más correctas, pero para aclarar una primera impresión pueden ser suficientes.

Todos estos materiales son los que, de una forma u otra, se encuentran dentro del ámbito de actuación de esta revista y algunos han sido ya tratados varias veces a lo largo de los últimos años. Otros lo serán en este número, y otros, posiblemente en próximos. No parece, por ello, aconsejable extendernos más aquí, igual que pasa con los electrónicos, sobradamente conocidos ya.

BREVE OJEADA A LA SITUACION MUNDIAL

No hay ninguna duda, en opinión de los expertos, de que la supremacía mundial en este campo, está, como en casi todos los demás, en Estados Unidos, sobre todo en lo que se refiere a investigación básica. Pero tampoco hay apenas dudas de que Japón mantiene una cierta primacía en lo que se refiere a la aplicación de la ciencia básica, desarrollada en EE.UU., para la producción de algunos nuevos materiales. En particular, los japoneses han emprendido una acelerada carrera para ser los primeros en desarrollar materiales electrónicos y optoelectrónicos, cuya repercusión sobre un gran número de sectores productivos es inmediata. A principios del pasado año, un cierto número de científicos americanos, de laboratorios nacionales y grandes industrias, recorrieron los diez mayores laboratorios de Japón. Su informe final, a la Academia Nacional de Ciencias y a la de Ingeniería, fue preocupante para la situación de EE.UU. El grupo llegó a la conclusión de que durante 1985 Estados Unidos había perdido el liderazgo en siete de las diez principales tecnologías emergentes en Electrónica y Optoelectrónica. En particular, los resultados del Laboratorio de

Investigación Conjunta en Optoelectrónica del MITI (Ministerio Japonés de Industria y Comercio), fueron objeto de la mayor sorpresa. Según el informe, los japoneses están trabajando ahora en la obtención de materiales que serán los bloques básicos de la tecnología de dentro de ocho o nueve años.

Para comprender lo anterior, sería quizás necesario mencionar un informe remitido en 1984 al citado MITI, en el que se decía algo así como «Los materiales se han encontrado siempre, hasta ahora, en la avanzadilla de las nuevas industrias y técnicas» y continuaba con «Las nuevas tecnologías y los nuevos materiales son como las dos ruedas de un único vehículo para el desarrollo». Basándose en los argumentos de dicho informe, el MITI se apresuró a reforzar su política en ese campo. Ya en 1982, en un estudio previo, habían situado a los nuevos materiales industriales a la cabeza de sus necesidades, por delante de sectores aparentemente más claros como la ofimática, la economía energética, los robots o la automatización industrial. Es significativo recordar también aquí, otras palabras dichas en 1979 por Konosuke Matsushita, consejero ejecutivo de Matsushita Electric Industrial Co. Ltd.: «Nosotros vamos a ganar y el Occidente industrial va a perder; vosotros (Occidente) no podeis hacer gran cosa, porque llevais con vosotros la raíz de vuestra derrota». Parecía, en aquel momento, una condena sin remisión, pero un tanto optimista/pesimista. Pero Japón desde entonces ha tomado una marcha acelerada y Occidente, y en particular Europa, una decelerada. Y lo que es peor, con todos los males dentro.

Afortunadamente, las cosas no van tan mal en todos los campos, como en la Optoelectrónica, en Occidente. La

Unión Soviética, por ejemplo, que se encuentra bastante por detrás en el resto de las Nuevas Tecnologías, ha realizado últimamente algunos desarrollos en materiales que la han situado en un nivel aceptable. En concreto, han encontrado una técnica de depositar capas ultrafinas de diamante sobre la superficie de algunos materiales de manera que su dureza se incrementa considerablemente, además de mejorar otras propiedades. En concreto, el calor generado en los chips de semiconductor, y que origina transtornos, puede ser disipado a través de una película de diamante situada por debajo de la zona de trabajo. Esta misma técnica está empezando ahora a ser utilizada a muy altas velocidades. Igualmente, su empleo en lentes ópticas y espejos, así como en aplicaciones más triviales como hojas de cuchillas de afeitar, empieza a ser considerado. Los japoneses, por su parte, lo están introduciendo en altavoces de muy alta fidelidad y en ventanillas de aviones.

Las compañías americanas tienen el liderazgo en un gran número de otros nuevos materiales. Así, Allied-Signal, que descubrió el «vidrio metálico» hace unos 20 años y lo empleó en usos comerciales. Este «vidrio», que no es otra cosa que un metal enfriado muy rápidamente, de manera que posee estructura amorfa, está siendo empleado para la fabricación de transformadores. Y mientras que Allied domina ya el mercado mundial, Hitachi y TDK en Japón y Siemens en la RFA, están dando ahora sus primeros pasos en este sector.

Igualmente son líderes en materiales compuestos, gracias principalmente a empresas como Du Pont, en la que su vicepresidente Alexander MacLachlan opina que estos materiales reemplazarán muy pronto a los metales en gran parte de los automóviles y los aeroplanos.

Polímeros es el campo donde Europa Occidental tiene una voz más alta, aparte de la GE, que es particularmente fuerte en plásticos para ingeniería. Uno de los desarrollos más significativos ha sido el de la producción de un polímero biodegradable mediante el uso de una bacteria poco común encontrada, por azar, en un canal de la RFA. Esta bacteria es la base de la producción de Marlborough Bio-Polymer Ltd., una empresa filial de la británica ICI, y puede transformar hasta un 80 % de su peso en polímero y, mediante cambios en su dieta, pueden aparecer diferentes tipos de plásticos. Este plástico, denominado Biopol, es biodegradable y puede emplearse en prótesis biológicas.

BREVE ANALISIS DE LA SITUACION EN ESPAÑA

La mayor parte de los males que analizaba el Dr. Matsuhita en su informe, y del que sólo hemos visto algunos párrafos, aqueja al sistema ciencia-tecnología, en el campo de los materiales, en nuestro país. Uno de los puntos más importantes que vimos en la introducción, el de la interdisciplinariedad de los grupos, está casi ausente. Cada conjunto de investigadores/técnicos pertenece exclusivamente a una única rama, o a lo sumo a dos, de la ciencia o la tecnología. Químicos trabajan por un lado, físicos por otro e ingenieros por otro. Y aunque en ocasiones colaboran intensamente con el sector productivo, no es la norma para todos.

No existe, por otra parte, una coordinación general tanto en lo que se refiere a estudios sobre un mismo material como en uso de tecnologías. La interrelación entre grupos es casi nula y son más frecuentes los contactos de éstos con grupos del extranjero que con los nacionales.

El número aproximado de grupos trabajando en temas relacionados con los materiales, entre universidades y el

CSIC, no pasa de 35 con unos 150 responsables de la investigación. El número total de personas con una cierta experiencia en este campo, entre científicos y tecnólogos, no llega a 450. El mayor número aparece en el bloque de cerámicas, gracias a los institutos del CSIC y el menor en el de materiales compuestos, donde no son más de 7 los investigadores principales censados.

Como puede verse, aunque no hay un vacío muy grande, sí hay, en cambio, una carencia absoluta de líneas preferentes y, sobre todo, de planificación. Entre las soluciones que se han planteado, la única con visos esperanzadores es la de poder aprobar un Programa Nacional de Nuevos Materiales, al amparo de la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, aprobada el pasado año. Algunos borradores se han redactado ya y es muy posible que en breve se adopten decisiones. El tiempo dirá.

BIBLIOGRAFIA

Con el carácter generalista del presente artículo, han aparecido recientemente varios trabajos, de los cuales el más significativo es el número de diciembre de 1986, de «Investigación y Ciencia» dedicado monográficamente a los Materiales. Salvo la traducción de algunos términos, todo el número merece leerse con detalle.

Es también interesante leer los capítulos dedicados a materiales, en el libro «Los países industrializados ante las nuevas tecnologías», editado por Fundesco en su Colección Estudios y Documentos. Algunos datos de este artículo están sacados de él.

Como también lo están otros del número de octubre de 1986, de Fortune, dedicado a «The High Tech Race, who's ahead?», colección de estudios sobre las nuevas tecnologías, llenos de realismo y mostrando muy crudamente la situación occidental con respecto a Japón. ●

José Antonio Martín Pereda. *Catedrático de Tecnología Electrónica de la ETSITM desde 1975. Su interés profesional se ha centrado en el estudio de diversos temas relacionados con la Electrónica Cuántica y más en concreto con la interacción luz-materia para la realización de dispositivos electroópticos y fotónicos. La mayor parte de sus trabajos han tenido como base a los cristales líquidos como material no lineal y al láser como fuente de luz. Ha desempeñado diversos cargos en la UPM y en la actualidad es Secretario-Coordenador de la unidad del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.*
